

III.

Ueber den relativen Werth einiger Elektrisations- Methoden.

Nach einer Reihe von Vorträgen bearbeitet

von

Dr. Eduard Hitzig

Docent an der Universität Berlin.



I. Einleitendes.

Man hat seit längerer Zeit an die Elektrotherapie Anforderungen gestellt, welche sie für den Augenblick, mit Rücksicht auf den Stand der Medicin im Allgemeinen, sicherlich nicht befriedigen kann, und die sie zum Theil überhaupt niemals wird befriedigen können. Nachdem es der Elektrophysiologie gelungen war, durch den Versuch die Methoden und die Gesetze der Nervenreizung derart festzustellen, dass man nun mit mathematischer Sicherheit die Art des bei einer bestimmten Versuchsanordnung eintretenden Reizeffectes vorherzusagen in der Lage ist, nachdem es auf Grund dieser Versuche ferner gelungen war, Einblicke in die molekulare Mechanik des gesunden Nerven zu thun, hielt man sich zu der Erwartung berechtigt, dass diese Fortschritte in der Theorie der Nervenphysiologie eine sofortige und unmittelbare Anwendung auf die Pathologie und die Therapie fänden. Als diese Erwartung nicht so unmittelbar in Erfüllung ging, als es sogar Elektrotherapeuten gab, die hinlänglich ehrlich waren, rücksichtlich ganzer Gruppen von Heilungen jede aus dem bisher angesammelten Wissen geschöpfte Erklärung von der Hand zu weisen, als endlich dieselbe Krankheit das eine Mal geheilt wurde, das andere Mal wieder nicht, da war man von Neuem hurtig mit allerhand abfälligen Urtheilen über diesen jungen Zweig der Medicin bei der Hand.

So verbreitet auch ein solcher Standpunkt sein mag, so wenig berechtigt ist er. Ich will nicht davon reden, dass wegen der grösseren Complicirtheit der Verhältnisse selbst die einfache physiologische Untersuchung am lebenden Menschen ganz unverhältnissmässig viel schwerer anzustellen und zu verwerthen ist, als am Froschpräparat. Aus dem Nachfolgenden wird diese Einsicht ohnehin erwachsen. Aber das nach exacten Erklärungen dürstende Publikum hat zweierlei ganz vergessen.

Erstens genügt doch die Kenntniss einer bestimmten Theorie noch nicht, um dieselbe mit Nutzen auf ein anderes, practisches Gebiet anzuwenden. Im Gegentheil ist die Bekanntschaft auch dieses Gebietes bis in die Details hinein genau ebenso nöthig, wenn nicht leeres theoretisches Hin- und Hergerede herauskommen soll. In Folge dieser Bekanntschaft wird sich erst zeigen, ob und in wie weit die fragliche Theorie für das bestimmte practische Gebiet verwerthbar ist.

Wenden wir diesen allgemeinen, wie ich denke nicht zu bestreitenden Satz auf die vorliegende Frage an, so haben wir, was die Theorie angeht, allerdings mancherlei Schönes gelernt; aber selbst da frage man die Autoritäten, wie gross ihnen der zurückgelegte Weg im Verhältniss zu dem noch zurückzulegenden scheint! Von den Einzelheiten des practischen Gebietes — von den Nervenkrankheiten — wissen wir jedoch noch unendlich viel weniger. Das gilt sowohl von den Grundlagen, nämlich neben der Physiologie von der normalen Anatomie, als von den sekundären Fragen, nämlich von den Ursachen und dem eigentlichen Wesen der Krankheitsvorgänge. Ueber Faserverlauf, Grundeigenschaften und Functionen der Centralorgane hört man täglich sich direct widersprechende Dinge vorbringen. Die Krankheiten dieser Organe sind uns zum Theil nur ihren äusseren Erscheinungen nach bekannt, von den eigentlichen Ursachen wissen wir meistens nicht das Geringste. Ja die Krankheiten sind gar nicht selten, bei denen man zwar einen centralen Sitz vermutet, ihn aber überhaupt noch gar nicht nachgewiesen hat, so dass sich noch immer Leute genug finden, die die ganze Krankheit lieber in der Peripherie suchen. Man braucht sich, um solche Erfahrungen zu sammeln, gar nicht einmal in das Centralsystem zu verlieren. Wenn ein motorischer Nerv durchtrennt worden ist, so kann ich mir allerdings ungefähr vorstellen, was vor sich gehen wird, aber wenn nun Jemand z. B. eine beliebige Neuralgie hat. Aus der Pathologie erfahre ich eine Anzahl von Dingen, die gelegentlich einmal eine halbe, gewöhnlich aber im concreten Falle ganz und gar keine Anwendung finden. Es ist nicht

einmal rein objectiv bewiesen, ob bei derartigen Affectionen immer oder in der Regel eine Steigerung der Nervenerregbarkeit stattfindet oder nicht. Denn Schmerz ist mit gesteigerter Erregbarkeit keineswegs gleichbedeutend. — Was will man da nun rein theoretisch mit Methoden machen, von denen man zwar weiss, dass sie innerhalb bestimmter zeitlicher und örtlicher Grenzen die Nervenerregbarkeit erhöhen oder herabzusetzen vermögen, von denen man aber noch gar nicht weiss, was sie in einem so complicirten Mechanismus, wie ein kranker Mensch ist, nebenher anrichten.

Das soll allerdings nicht in Abrede gestellt werden, dass solche Erregbarkeitsveränderungen nicht das heilende Agens ausmachen können. Aber ob, in wie weit und in welcher Art sie es ausmachen, wird erst dann ausführlich und bis in das Wesen der Processe hineinreichend erörtert werden können, wenn diese Processe selbst und die Beschaffenheit ihrer Substrate unserer Kenntniss zugänglicher geworden sind. Inzwischen ist hier das weiteste Feld für die Arbeit Vieler eröffnet. Jeder einzelne ehrliche Mitarbeiter mag sich an dem Bewusstsein erfreuen, dass das, was er wirklich in einem der hier in Betracht kommenden Zweige geschaffen hat, nicht allein dieser Specialwissenschaft, sondern der Medicin in ihrem Ganzen zu Gute kommen wird. Denn auch daran darf wohl erinnert werden, dass die soeben der Nervenpathologie und der Elektrotherapie mit Recht vorgehaltenen Mängel keine anderen sind als die, unter denen die Medicin im Allgemeinen leidet.

Wenn einst die Zeit herangekommen sein wird, wo wir überhaupt mehr Klarheit über das Wesen der Lebensprocesse gewonnen haben, dann erst wird das jetzt noch vorzeitige Verlangen nach einem rationalen System der Elektrotherapie berechtigt sein und auch in Erfüllung gehen.

Der zweite immer vergessene Punkt ist der, dass man eine sichere Prognose in der Elektrotherapie doch nur dann mit einigem Rechte würde beanspruchen können, wenn dieselbe in den anderen Zweigen der Medicin zu Hause wäre. Man gäht vielfach von der Meinung aus, ein Heilmittel, welches sich so mathematisch genau definiren und für den gegebenen Fall reproduciren lasse, wie die Elektricität, müsse für den gleichnamigen Fall auch mathematisch genau die gleichnamigen Wirkungen haben. Jedem innerhalb der Naturwissenschaften Arbeitenden ist der Satz allmälig in Fleisch und Blut übergegangen, dass auf gleiche Ursachen gleiche Wirkungen folgen. Selbstverständlich giebt es auch in der Medicin davon keine Ausnahmen. Die Kunst besteht nur darin, zu erkennen, ob in zwei gegebenen Fällen die Um-

stände wirklich gleich sind. Aber welcher wirklich Sachverständige möchte sich da ein sicheres Urtheil anmaassen. Bei einer nicht geringen Zahl von Nervenkrankheiten hängen manchmal während geraumer Zeit alle Symptome lediglich von dem Orte ab, an dem die Unterbrechung der Leitung oder der Reiz sitzt. Ueber die Tendenz des Processes erfährt man aus den äusserlich wahrnehmbaren Zeichen wenig oder nichts, obwohl diese eigentlich die Hauptsache ist. Ich erinnere nur an die grosse Verschiedenheit der einzelnen Krankheitsbilder aus der Krankheitsgruppe Tabes. Hier verläuft der Fall rapide und lässt sich durch kein Mittel aufhalten. Dort dauert anscheinend dieselbe Krankheit Jahrzehnte lang, und die verschiedensten Heilmittel geben, wenn auch nur partielle Resultate.

Hätten wir jedoch wirklich ein sicheres Kriterium für die Tendenz der Krankheiten, so gäbe es noch gar mancherlei Umstände, die die Gleichheit der Bedingungen alteriren — äussere Lebensverhältnisse, Gemüthsart, klimatische Verhältnisse, Zufälligkeiten etc. etc. Man kann alle diese Dinge eben nicht unterscheiden und berechnen und darum auch nicht von gleichen Versuchsbedingungen reden. Lässt man sich nun durch diese allerdings vorhandene mangelhafte Sicherheit und Durchsichtigkeit des Handelns beirren, so gelangt man unfehlbar zu jenem Nihilismus, der seine Vertreter ja namentlich in der inneren Medicin reichlich genug zählt. Ich freilich kann diesen Standpunkt ebenso wenig als einen gerechtfertigten, wie als einen wünschenswerthen anerkennen; ich meine vielmehr, dass wir die getäuschten Hoffnungen hier sowohl wie auch sonst im Leben mit in den Kauf nehmen müssen, ohne uns in unserem Streben sonderlich aufzuhalten zu lassen.

Ich habe in dem Vorstehenden meine Stellung einer ganzen Klasse von elektrotherapeutischen Arbeiten gegenüber schon angedeutet. Einige und gerade die achtungswertesten Arbeiter haben sich durch die erste jener als unberechtigt charakterisirten Anforderungen in, meiner Ansicht nach falsche Wege drängen lassen. Indem sie von vornherein anerkennen mussten, dass eine directe Anwendung der betreffenden physiologischen Gesetze auf die Therapie nicht möglich sei, suchten sie schliesslich doch ihre in ganz derselben Richtung einhergehenden, lediglich auf ein anderes Versuchsoject — den Menschen — übertragenen Untersuchungen sogleich für die Therapie zu verwerten. Mit welchem Glück dies geschah, werden wir sehen. Inzwischen dreht sich fast die ganze wissenschaftliche Production in diesem Gebiete um die Entscheidung der ganz abstracten Frage, ob man die Pole so oder so ansetzen solle. Bisher hat man es nicht für nöthig gehalten, theoretisch

oder experimentell festzustellen, ob darauf überhaupt etwas ankommt, und wenn etwas darauf ankommt, wo denn die Gränzen sind. Vermuthlich ist doch eine bestimmte Stellung der Elektroden nicht gerade überall erforderlich. Dass die Discussion dabei für nicht Eingeweihte allmälig ganz unverständlich geworden ist, dass der Nichtspecialist sein Urtheil schon lange blind nach dem ihm zunächststehenden Specialisten zuschneiden muss, liegt auf der Hand.

Aus allen diesen Gründen erschien es mir eine dankenswerthe Aufgabe, dem ärztlichen Publikum eine allgemein verständliche Uebersicht über das Wesentliche aus den einschlagenden Leistungen auf dem Gebiete der theoretischen Elektrotherapie zu geben, und das kritische Messer dabei mit der ganzen erforderlichen Schärfe zu handhaben. Mein Vorhaben wird mir durch meine mit Absicht bisher gegen dieses Gebiet eingehaltene Zurückhaltung wesentlich erleichtert. Ich denke, so nicht nur den Sachen, sondern auch den Personen gegenüber die vollste Unbefangenheit behalten zu haben; ein Umstand, der gerade hier nicht gering anzuschlagen ist.

Löse ich meine Aufgabe, so wird einerseits das grosse ärztliche Publikum wieder mit eigenen Augen sehen können, so wird andererseits die tüchtige Kraft manches Forschers sich dem geraden Wege zuwenden, anstatt in dem Dickicht der Irrwege zu erlahmen.

Wegen der Wahl der Form, der Diction und des Materials mache ich noch ausdrücklich darauf aufmerksam, dass es sich um gekürzte Vorträge handelt, und dass ich folglich auch auf Vollständigkeit um so weniger Anspruch erhebe, als Uebersichtlichkeit und Kürze mein Hauptbestreben war¹⁾.

II. Die Frage vom Elektrotonus am Menschen.²⁾

Bevor man in die Erörterung der Frage eintreten konnte, in wie weit die Ergebnisse physiologischer Untersuchungen zur Indications-

1) Inzwischen ist Ziemssen's „Elektricität in der Medicin“ in 4ter Auflage erschienen. Ich verweise rücksichtlich einer ausführlicheren Darstellung des im nächsten Kapitel behandelten Stoffes mit um so grösserem Vergnügen auf dieses vortreffliche Buch, als ich Gelegenheit hatte, mich zu überzeugen, dass meine Ansichten mit denen des Herrn Verfassers im Wesentlichen übereinstimmen. Der fragliche Abschnitt ist bei Ziemssen übrigens trotz vielfacher eigener Untersuchungen mehr referirend gehalten.

2) Man nennt Anode die Eintrittsstelle des positiven elektrischen Stromes in den zu untersuchenden Körper, und Kathode die Austrittsstelle aus dem-

stellung für elektrotherapeutische Heilmethoden und zur Erklärung elektrotherapeutischer Heilerfolge verwendbar seien, waren erst einige Vorfragen zu beantworten.

Zuvörderst war es von Wichtigkeit zu wissen, ob der elektrische Strom die zu reizenden Organe überhaupt sämmtlich mit der nothwendigen Dichtigkeit trifft. Freilich hat man bisher keinerlei Anhaltspunkte zu bestimmen, welche Dichtigkeit des Stromes etwa im Durchschnitt für die Erzielung von Heilerfolgen erforderlich ist. Namentlich gilt dies für alle jene Methoden, bei denen die Hervorbringung von Muskelzusammenziehungen oder anderen Aeusserungen specifischer Energie nicht beabsichtigt wird. Es ist deshalb nichts dagegen einzuwenden, wenn einzelne Forscher, um überhaupt einen Maassstab zu haben, als stromprüfendes Mittel das Froschpräparat benutztten. Sie konnten, sobald es zu einer Zuckung kam, immerhin anführen, dass sie an der gerade untersuchten Stelle eine Dichtigkeit nachgewiesen hätten, welche mindestens so stark war, um die specifische Energie des Muskelnerven zur Bethätigung zu bringen. Nur wird man die Möglichkeit offen halten müssen, dass man gelegentlich doch stärkerer Ströme bedarf, oder, was wenigstens ebenso wahrscheinlich ist, dass selbst schwächere Ströme zur Erzielung der meisten Heilerfolge ausreichen. Die in Frage kommende Untersuchungsmethode hat also allein dann einen Sinn, wenn man bei ihr Ketten von mittlerer Grösse verwendet, und wenn man, von directen therapeutischen Schlussfolgerungen abschend, sich auf die Vergleichung der physiologischen Reizeffecte beschränkt.

In dieser Weise, also durch Einführung eines Froschpräparats in die centralen Nervenmassen von Leichen, zeigte Erb, dass in der That selbst bei Anwendung nicht zu grosser Ketten Ströme von hinreichender Dichtigkeit das Gehirn treffen, eine Thatsache, die mehrfach, namentlich auch von Ziemssen bestritten worden war.¹⁾

selben. Ist der zu untersuchende Körper ein Nerv, und hat der positive Strom in ihm die Richtung von der Peripherie nach dem Centrum, so bezeichnet man ihn als aufsteigenden (\uparrow), im anderen Falle als absteigenden (\downarrow) Strom. Durch den Strom werden in der Gegend der Einströmungsstellen vorübergehende Veränderungen der Eigenschaften des Nerven gesetzt. Man nennt dieselben elektrotonische, und unterscheidet anelektrotonische — solche, die in der Gegend der Anode nachzuweisen sind, und katelektronische — solche, die in der Gegend der Kathode nachzuweisen sind.

¹⁾ Inzwischen hat Ziemssen diese und die folgenden Versuche selbst wiederholt, und nach den erhaltenen bestätigenden Ergebnissen seine Ansicht geändert.

In neuerer Zeit hat Burckhardt sich bemüht nachzuweisen, dass neben dem Gehirn und dem Rückenmark auch der Sympathicus und die Nerven der Extremitäten nicht nur vom Strome getroffen würden, sondern dass auch die Hauptrichtung der Stromschleifen in diesen Gebilden der Stellung entspräche, welche man den äusserlich applicirten Elektroden gegeben hatte. Er verfuhr derart, dass er diejenigen Stellen, welche auf ihre Durchströmung untersucht werden sollten, durch isolirte Ableitungselektroden mit einem Galvanometer in Verbindung brachte, und den Strom einer, wie es scheint sehr starken Kette einer unverletzten Hautstelle zuleitete. Seine Untersuchungen ergaben ein positives Resultat, welches unter der Voraussetzung als verwerthbar betrachtet werden darf, dass die angewendeten Stromintensitäten den beim Menschen üblichen entsprachen. Ich glaube aus aprioristischen Gründen an die Richtigkeit der in Rede stehenden Anschauung. Vom streng physikalischen Standpunkte aus haben diese Versuche aber, sobald ein nicht näher definirtes Galvanometer als stromprüfendes Mittel benutzt wird, den Mangel, dass jeder Anhaltspunkt für den Vergleich fehlt. Ich kann mir Galvanometer vorstellen, welche schon 0,000001 Daniell anzeigen, während andere vielleicht noch nicht einmal 1,0 Daniell markiren. Es scheint so, als wenn das von Burckhardt verwendete Instrument von nicht allzu-grosser Empfindlichkeit gewesen sei. Ausserdem sollte niehals ohne ein zweites Galvanometer im Hauptkreise gearbeitet werden. — Endlich werden wir noch Veranlassung haben, auf einen Punkt zurück zu kommen, der die Wichtigkeit der Burckhardt'schen Angaben über die Stromrichtung für die therapeutischen Anschauungen sehr zweifelhaft macht.

Seither sind von mehreren Seiten die wesentlichen Angaben Burckhardt's bestätigt worden, so dass kein Zweifel mehr darüber bestehen kann, dass man die centralen und peripheren Nervenapparate in bestimmter Richtung zu durchströmen im Stande ist.

Die zweite zu lösende Frage sollte entscheiden, ob unter den eigenthümlichen Verhältnissen, welche am Menschen obwalten, dieselben Erscheinungen des Elektrotonus nachzuweisen sind, welche man an dem isolirten Froschnerven kennen gelernt hat. Es handelte sich bei den in Frage kommenden Versuchen darum, die grössere oder geringere Erregbarkeit einer

elektrotonisirten Nervenstrecke durch den die Erregbarkeit prüfenden Reiz des Inductionsstromes zu constatiren. Wenn solche Versuche ein zu benutzendes Material ergeben sollen, so muss nothwendiger Weise mindestens die Voraussetzung zutreffen, dass die Elektrode des Inductionsstromes in einer Weise auf der äusseren Haut fixirt wird, dass auch nicht die geringste Verrückung derselben über der zu prüfenden Nervenstrecke, auch nicht die geringste Veränderung des auszuübenden Druckes während der Versuchsdauer stattfindet. Denn die Bahnen besser leitender Nebenschliessungen zum Nerven sind bei allen diesen Versuchen derart gelagert, dass mit der grössten Leichtigkeit eine so bedeutende Verringerung der Stromdichte im Nerven stattfinden kann, dass die etwa eintretenden elektrotonischen Veränderungen der Erregbarkeit dagegen gar nicht in Betracht kommen. Dies wäre die hauptsächlichste zu vermeidende Fehlerquelle; auf andere, welche sich noch in grosser Zahl aufzählen liessen, will ich nicht eingehen. Ich für mein Theil habe mich zu diesen Versuchen nie entschliessen können, denn ich liebe es nicht im Dunkeln herumzutappen. Fehlerquellen bleibt es schliesslich bei allen Versuchen, hier aber scheinen sie mir unberechenbar zu sein und darum eine irgend etwas entscheidende Untersuchung unmöglich zu machen. Da indessen die etwa erreichbaren Resultate keinen bestimmenden Einfluss auf das Wesen unserer Anschauungen haben werden, so bin ich bereit anzunehmen, dass die Autoren diese Schwierigkeiten zu beseitigen verstanden haben.

Zuerst beschäftigte sich Eulenburg im Jahre 1867 mit dieser Frage. Er versuchte die Nervi accessorius, medianus, ulnaris, radialis und peronaeus auf den absteigenden extrapolaren An- und Katelektronus zu prüfen. Dabei stellte sich heraus, dass in dem anelektrotonischen Bezirke ein negativer, und im katelektronischen Bezirke ein positiver Zuwachs der Erregbarkeit mit der grösstmöglichen Constanz eintritt. Mit anderen Worten: die erste Muskelzuckung trat im anelektrotonischen Bezirke bei einem geringeren Abstande, im katelektronischen Bezirke bei einem grösseren Abstande der Spiralen von einander ein, als dies bei der vorgängigen Prüfung des zu elektrotonisirenden Nerven der Fall gewesen war. Das Ergebniss dieser Untersuchungen entsprach also vollständig den von Pflüger am Froßchnerven gefundenen Gesetzen, und würde insofern als ganz befriedigend zu betrachten gewesen sein, wenn nicht zufälliger Weise Erb ziemlich gleichzeitig und unabhängig von jenem anderen Autor eine Untersuchungsreihe veröffentlicht hätte, welche genau die ent-

gegengesetzten Resultate ergab, obwohl sie nach den gleichen Methoden angestellt worden war.

Erb fand im anelektrotonischen Bezirke einen positiven, im katelekto-tonischen Bezirke einen negativen Zuwachs der Erregbarkeit. Um einerseits diesen Widerspruch zu lösen, und andererseits etwa vorgekommene Irrthümer zu berichtigen, wiederholte Erb seine Versuche, konnte indessen auch hierbei nichts Anderes, als bei seinen ersten Versuchen constatiren. — Wenn nun für ihn auch die that-sächliche Richtigkeit seiner Ergebnisse festgestellt war, so war damit doch noch nicht die Abweichung von den am isolirten Froschnerven gültigen Gesetzen erklärt. Diese Erklärung erhielt Erb durch Helmholtz, welcher annahm, dass die gefundene Differenz dadurch bedingt sei, dass der Nerv in eine Masse gutleitenden Muskelgewebes eingebettet ist, und dadurch schon in der unmittelbarsten Umgebung der Eintrittsstelle des Stromes in den Nerven eine Austrittsstelle desselben (in die Muskeln) geschaffen sei. Auf diese Weise würde man also, wenn man Anelektrotonus zu untersuchen glaubte, bereits KATELEKTROTONUS untersucht haben, und umgekehrt.

Um die Richtigkeit dieser Erklärung zu prüfen, stellte Erb einen Versuch an, durch den er die die Erregbarkeit prüfende Elektrode in der That in den Bereich des zu untersuchenden elektrotonischen Bezirkes bringen musste. Er durchbohrte nämlich seine polarisirende Elektrode mit einem Glasrohre, durch welches er dann die reizende Elektrode in der Mitte des zu untersuchenden Bezirkes anbringen konnte. Nun fand er allerdings die gleichen Modificationen der Erregbarkeit, wie sie der Versuch am Froschnerven dargethan hat.

Hierdurch wird freilich nicht erklärt, wie es möglich war, dass Eulenburg, der die zuletzt erwähnte Anordnung des Versuches nicht benutzt hat, doch constant zu den gleichnamigen Resultaten kommen konnte. Man sollte annehmen, er hätte ähnliche Modificationen der Erregbarkeit finden müssen, wie Erb bei der ersten Reihe seiner Versuche. Da Eulenburg selbst seither zur Aufklärung des Sachverhaltes nichts gethan hat, so bin auch ich ausser Stande, den fraglichen Hergang aufzuklären.¹⁾

1) Ebensowenig bin ich aber im Stande zu verstehen, wie eine Menge Autoren die Versuche von Eulenburg und Erb als gleichwertig nebeneinander citiren können.

Wenn nun die eben besprochene Methode zur Untersuchung der durch den galvanischen Strom im menschlichen Nerven bedingten Erregbarkeitsveränderungen wegen der Complicirtheit ihrer Versuchsbedingungen mir nicht eben zweckmässig erscheint, so besitzen wir doch ein weit einfacheres, mit viel grösserer Klarheit zu demselben Ziele führendes Mittel. Nach den Untersuchungen von Pflüger wirkt nur das Entstehen des Kalelektrotonus und das Vergehen des Anelektrotonus erregend auf den Nerven, die beiden anderen Reizmomente bleiben hingegen ohne wahrnehmbaren Reizeffect. Wenn man also die Aeusserungen der specifischen Energie der einzelnen menschlichen Nerven beim Schliessen und beim Oeffnen beobachtete, so musste man im Stande sein zu bestimmen, ob der eine oder der andere elektrotonische Zustand bei der Schliessung eintrat, oder während der Stromdauer vorhanden gewesen war. Antwortete der Nerv bei der Schliessung, so durfte man an ein Vorhandensein des Katelektrotonus — Antwortete er bei der Oeffnung, so durfte man an ein Vorhandensein des Anelektrotonus denken. Freilich musste es dabei vor der Hand unentschieden bleiben, ob diese elektrotonischen Phasen von der gleichnamigen oder der ungleichnamigen Elektrode abhingen, also ob es z. B. wirklich die Anode war, die der äusseren Erscheinung nach anelektrotonisirend gewirkt hatte, und nicht vielmehr die Kathode, ferner ob neben der durch die Zuckung zur Anschauung gebrachten Phase nicht etwelche andere Phasen vorhanden waren, für die es nur an einem Mittel zur Erkennung fehlte.

Die meisten in dieser Richtung hin ausgeführten Versuche verdanken wir Brenner. Da ich in der Folge zu vielfachen und prinzipiellen Abweichungen von den Folgerungen dieses Autors gelangen werde, so halte ich es für eine, übrigens von mir mit Vergnügen erfüllte Pflicht, von vornherein auszusprechen, dass ich die einschlägigen Untersuchungen Brenner's mit grosser Achtung und Anerkennung betrachte. Brenner ist mit der erforderlichen Ausdauer methodisch vorgegangen, er hat sich ferner rationeller Versuchsweisen bedient. So stechen denn seine Arbeiten in erfreulicher Weise von den leichtfertigen Productionen ab, die das Gebiet der Elektrotherapie bei allen strengen Forschern verrufen gemacht hatten, und so haben sie zur Constatirung einer nicht geringen Anzahl von Thatsachen geführt, die ihren Werth nicht verlieren werden, auch wenn die daraus entwickelten Folgerungen zu einem überwundenen Standpunkte werden sollten.

Brenner geht bei der Darstellung seiner Untersuchungen von den Reizversuchen am Hörnerven aus. Er fand, dass der gesunde

Acusticus auf alle überhaupt wirksamen Stromintensitäten mit seiner spezifischen Energie — also mit einer Gehörssensation — bei der Kettenschliessung antwortet, wenn sich die Kathode im Ohr oder nahe dem Ohr befindet, und bei der Kettenöffnung, wenn sich die Anode im Ohr oder nahe dem Ohr befindet. Bei den beiden anderen Reizmomenten, nämlich Kathodenöffnung (Kathode im Ohr) und Anodenschliessung (Anode im Ohr) kommt es niemals zu einer Gehörssensation. Diese sogenante Normalformel¹⁾ lässt sich in folgender Tabelle, in der Z Gehörssensation bedeutet, leicht übersehen.

Tabelle 1.

K a t h o d e .		A n o d e .	
S.	O.	S.	O.
Z	—	—	Z

Es ist daraus sofort klar, dass das Resultat der Reizversuche am Acusticus durch das Pflüger'sche Gesetz in einer nirgends sonst zu erreichenden Vollkommenheit gedeckt wird, mit anderen Worten, dass bei der Galvanisirung mit der Anode nur Anelektrotonus und bei der Galvanisirung mit der Kathode nur Katelektrotonus in die Erscheinung tritt. Andererseits muss aber das grösste Gewicht auf den Umstand gelegt werden, dass zwischen den Versuchsweisen, welche man 1) am Acusticus, 2) an anderen peripheren Nerven des Menschen, 3) am Froschpräparat anwendet, je ein höchst beträchtlicher Unterschied existirt, und dass dieser Unterschied denn auch in den Reizeffecten einer jeden dieser drei Versuchsarten auf das Unzweideutigste hervortritt.

Die hierher gehörigen Thatsachen sind Brenner keineswegs ent-

1) Gegen die Richtigkeit der Normalformel Brenner's sind von vielen Seiten die verschiedenartigsten Einwände erhoben worden. Andere Autoren sind mit vielleicht übertriebener Wärme für Brenner eingetreten. Ich selbst habe die ganze Frage zunächst in Gemeinschaft mit Herrn Lucae, dann allein einer sehr eingehenden Prüfung nach einer allmälig auf das Möglichste verfeinerten Methode unterzogen. Danach muss ich mich in dieser Beziehung und soweit es sich um Galvanisirung des Nerven vom äusseren Gehörgang aus handelt, durchaus auf Brenner's Seite stellen. Es ist andererseits aber nicht abzuläugnen, dass diese Frage so lange keineswegs als so gänzlich abgethan betrachtet werden darf, als die abweichenden Ergebnisse anderer Untersucher nicht erklärt und methodisch reproduzierbar gemacht worden sind.

gangen, indessen kam er, in dem Bestreben zu generalisiren, und durch seine eigenen Versuche am Acusticus irregeleitet, zu Anschauungen, deren Irrthümlichkeit ich nachzuweisen mich bemühen werde.

Brenner fand, als er zur Galvanisirung motorischer Nerven des Menschen überging, dass auf Anwendung relativ schwacher Ströme nur Schliessungszuckungen eintraten, während stärkere bis zu den stärksten Strömen auch Oeffnungszuckungen auslösten.¹⁾ Bei diesen Versuchen war es gleichgültig, ob sich beide Elektroden oder nur eine auf dem Nerven befanden. Im ersten Falle will Brenner die Elektrodenbezeichnung von der centraleren hergenommen wissen, welche nach ihm die differente, d. h. die für den Reizeffect entscheidende sein soll. In Tabelle 2 ist dies Verhalten versinnbildlicht. Wir sehen daraus, dass die Muskelzuckung auch dann eintritt, wenn sich nur die Anode auf dem Nerven befindet.

Tabelle 2.

		A n o d e. (\downarrow)		K a t h o d e. (\uparrow)	
		S.	O.	S.	O.
Schwache	Ströme	Z	—	Z	—
		Z	Z	Z	Z

Bei dem Versuche an Froschnerven treten die Zuckungen in folgender Art auf.

Tabelle 3.

		\uparrow		\downarrow
	S.	O.	S.	O.
Schwach	Z	—	Z	—
Mittelstark	Z	Z	Z	Z
Stark	—	Z	Z	—

Gehen wir zunächst von den bei starken Strömen vorhandenen Reizeffekten aus, so ergiebt sich die Erklärung für das jedesmalige Ein-

1) Ich habe dieselben Versuche bereits vor 7 Jahren angestellt, und erhielt dabei die gleichen Resultate.

treten oder Ausbleiben der Zuckung aus dem von Pflüger gefundenen Gesetze, dass durch die Anode starker Ströme in der benachbarten Nervenstrecke während der Stromdauer ein Zustand von Schwerbeweglichkeit der Moleküle geschaffen wird, welcher an und für sich nicht nur keine Zuckung zur Folge hat, sondern auch das Vordringen von mehr central angebrachten Reizen nach dem Muskel hin hindert. Bei der Schliessung eines starken Stromes wird also der durch die centrale Kathode ausgeübte Reiz von der peripheren Anode aufgehalten, so dass er nicht bis zum Muskel gelangen kann, und die Zuckung bleibt aus. Im Momente der Oeffnung kehren aber die schwerbeweglichen Moleküle der anelektrotonischen Strecke in den Normalzustand zurück, und dieser Vorgang (Vergehen des Anelektrotonus) wirkt als zuckungserregender Reiz. Nimmt man die Thatsachen zu Hülfe, dass der Anelektrotonus schwächerer Ströme die Leitung im Nerven nicht in der erforderlichen Weise hemmt, und dass das Entstehen des Katholektrotonus ein stärkerer Reiz ist, als das Vergehen des Anelektrotonus, so wird man sich das Auftreten von Schliessungs- und Oeffnungs-zuckungen bei mittelstarken Strömen und das Ausbleiben der Oeffnungs-zuckungen bei den schwächsten Strömen leicht erklären können.

Ehe wir weiter gehen, dürfte es aber zweckmässig sein, in der Kürze auseinanderzusetzen, wie Brenner diese Thatsachen für die Therapie verwertet wissen will. Er verlangt, dass man den einen Pol in die möglichste Nähe der zu galvanisirenden Nervenstrecke bringe, den anderen aber weit davon entferne. So hofft er nur der specifischen Wirkung des näheren Poles Geltung zu verschaffen. Soll der Nerv also beruhigt werden, so wird er der, die Erregbarkeit herabsetzenden Anode ausgesetzt; soll er gereizt werden, so wird er der Kathode unterworfen. Die entgegengesetzt wirkenden Momente der Kettenöffnung sind durch Herausschleichen aus der Kette zu umgehen.

Diese Theorie hat in ihrer Einfachheit und in ihrer Anlehnung an sichere physiologische Thatsachen etwas höchst Bestechendes. Ich habe ihr im Anfange meiner Beschäftigung mit der Sache selbst angehangen. Es bedurfte der im Nachstehenden entwickelten Gründe, um mich davon zurückzubringen. In der eigenthümlichen Form der Acusticus-Reaction fand Brenner nun weitere und mächtige Mittel zur Stützung seiner therapeutischen Theorie.

Halten wir jetzt die am Acusticus am Froschnerven und am motorischen Nerven des Menschen gewonnenen Reizeffecte zusammen, so ergiebt sich, wie schon erwähnt, dass das Pflüger'sche Gesetz am Klarsten am Acusticus zu Tage tritt. Hier reagirt der Nerv in der That nur bei der Schliessung, wenn er mit der Kathode und bei der Oeffnung, wenn er mit der Anode armirt ist. Wir sind also, mit Brenner, in vollem Rechte, wenn wir annehmen, dass in dem ersten Falle im ganzen Nerven ausschliesslich oder unverhältnissmässig vorwiegend Katelektrotonus entsteht, in dem anderen Falle Anelektrotonus vergeht.

Weit undeutlicher zu erkennen ist das Pflüger'sche Gesetz bereits am Froschnerven. Hier bedurfte man einer Reihe von Schlüssen und Hilfsuntersuchungen, um zu erklären, warum bei der einen Anordnung oder Stromstärke die Zuckung eintritt, während sie bei der anderen Anordnung oder Stromstärke ausbleibt. Sieht man zu, woher diese Verwischung der reinen Typen kommt, so zeigt sich ohne Weiteres, dass die gleichzeitige Application beider Elektroden auf denselben Nerven daran Schuld ist. Die Wirkungen der Anode modifizieren das Kathodenbild und umgekehrt.

Kaum wieder zu erkennen ist dieses Gesetz aber bei der Untersuchung des menschlichen motorischen Nerven. Es ist freilich richtig, dass sich scheinbar der grössere Theil der Reizeffecte des in Tabelle 3 versinnbildlichten Zuckungsgesetzes wiederholt, insofern, als bei schwachen Strömen nur Schliessungs- und bei stärkeren Strömen Schliessungs- und Oeffnungszuckungen eintreten. Aber nicht nur, dass die Reizeffecte der untersten Columnen der Tabelle 3 überhaupt ausbleiben (Fortfall der Schliessungszuckung bei starkem \uparrow und der Oeffnungszuckung bei starkem \downarrow Strome), so zeigen sich die Reizeffecte der beiden oberen Columnen auch dann, wenn nur eine — gleichviel welche — Elektrode sich auf dem Nerven befindet. Wo die andere Elektrode sitzt, ist ganz gleichgültig. Sie kann dicht bei der Ersteren oder sehr weit davon applicirt werden, das Schema der Zuckungen bleibt unverändert, höchstens muss man bei anwachsendem Widerstände einen stärkeren Strom verwenden.

Aus einem solchen Verhalten schloss Brenner einmal, dieses nicht mit Unrecht, dass bei jedem derartigen paradoxen Reizeffecte ein Uebergreifen der Wirkung der zweiten Elektrode in den Bereich der ersten — oder, wie es präziser ausgedrückt heissen sollte, auf denselben Nerven — stattfinden müsse. Er schloss zweitens aus der ganzen Summe seiner Untersuchungen, dass bei der Application beider Elek-

troden auf denselben Nerven die intrapolare Strecke überhaupt nicht in Betracht komme. Diese zweite Schlussfolgerung ist noch weniger correct, und Brenner war zu derselben durch das von ihm gewonnene Material auch nicht berechtigt. Er hätte nicht weiter gehen dürfen, als bis zu der Wiedergabe des Thatsächlichen, nämlich, dass die Anwesenheit der zweiten Elektrode auf dem Nerven für den sichtbaren Reizeffect gleichgültig sei.

Brenner hat nirgends ausgesprochen, wie er sich eigentlich seine polare Wirkung und wie er sich das Uebergreifen der einen Elektrode in den Bereich der anderen gedacht hat. Er konnte das auch kaum. Denn wenn er sich schon damals zu einer klaren Anschauung dieses Punctum saliens hindurch gerungen hätte, so würde er seine Theorie der polaren Methode wahrscheinlich nicht aufgestellt haben, oder er hätte ihre Grundlage mit dem Aussprechen dieser Anschauung bereits auf das Nachhaltigste erschüttert. In Folge der Versuche Erb's war die Orientirung übrigens schon seit einiger Zeit nicht mehr so gar schwer. Aus diesen Versuchen ging schon hervor, dass der Austritt des Stromes aus dem Nerven in einen Körper von anderer Zusammensetzung — den Muskel etc. — die Wirkung der Kathode hat, und dass dieser Uebertritt bereits in nächster Nähe der wirklichen Anode stattfindet. Ebenso wie Erb (Helmholtz) aus dem Nachweis des Katelektrotonus in der Nähe der Anode diesen Schluss nach rückwärts machen konnte, wäre man auch berechtigt gewesen, aus dem Eintreten der Zuckung bei der vermeintlichen Anodenschliessung nach vorwärts auf dasselbe Verhalten, nämlich auf Katelektrotonus, zu schliessen. Es ist mir danach nicht recht klar, wie gerade Erb sich zum eifrigsten Vorkämpfer der Brenner'schen Anschauungen machen konnte. Von vornherein liess sich unabhängig von allen Deutungen, einzig auf Grund der erhaltenen Reizeffecte und des Pflüger'schen Gesetzes der Satz aufstellen, dass bei allen Reizversuchen am Menschen, mit Ausnahme der am Acusticus anzustellenden, sich immer sowohl Anelectrotonus als Katelektrotonus im Nerven entwickelt.

Indessen gelang es doch erst Filehne, durch eine Reihe direkter Versuche die vorhandene Differenz zwischen dem physiologischen und dem elektrotherapeutischen Zuckungsgesetze aufzuklären. Von einer Vermittlung zwischen dem einen und dem anderen daraus hergeleiteten Standpunkte, wie ein Autor sie zu sehen beliebt, habe ich freilich in diesen Versuchen nicht das Mindeste entdecken können.

Es war schon längst klar, dass die Differenz der verschiedenen Zuckungsgesetze nur in der Anwesenheit oder dem Fehlen benachbarter

Leiter ihren Grund haben könne. Denn eine Differenz zwischen den Lebenseigenschaften des Froschnerven, des Acusticus und anderer menschlicher Nerven hatte doch Niemand anzunehmen gewagt. Filehne suchte darauf hin das Zuckungsgesetz des menschlichen motorischen Nerven auch am Froschnerven in der Art hervorzubringen, dass er dieselben Bedingungen, wie sie beim Menschen vorkommen, imitirte. Er stellte eine ähnliche Nebenschliessung zu dem zu untersuchenden Froschnerven, wie sie die Muskeln am Lebenden bilden, einfach dadurch her, dass er denselben auf ein Stück Muskelfleischbettete. Brachte er nun die eine Elektrode auf den Nerven und die andere auf das Fleisch, so erzielte er bei Anwendung von schwachen und mittleren Stromintensitäten denn auch genau die Zuckungsformeln des menschlichen motorischen Nerven. Es war hierbei (wie beim Menschen) ganz gleichgültig, an welcher Stelle des Fleisches die zweite Elektrode applicirt wurde.

Nahm er aber einen relativ ungeheuer starken Strom, so wirkte die auf den Nerven applicirte Kathode wie ein starker \uparrow Strom — d. h. es trat keine Schliessungs- hingegen Oeffnungszuckung ein — und die auf den Nerven applicirte Anode wie ein starker \downarrow Strom — d. h. es trat Schliessungs- hingegen keine Oeffnungszuckung ein. Es wäre also auf den elektrotherapeutischen Versuch angewendet, wohlgerne die Anode, welche bei der Schliessung, und die Kathode, welche bei der Oeffnung die Erregung zur Anschauung gebracht hätte. Freilich kommen ja, wie wir sahen beim Menschen wegen Unerreichbarkeit der erforderlichen Stromstärke, diese Reizeffecte nicht vor. Aber gerade die Reizeffecte der relativ starken Ströme gewähren den Schlüssel zu der ganzen Frage.

Zunächst lässt sich aus ihrem Eintreten am Froschpräparat unter denselben Versuchsbedingungen und übrigens sonst identischen Reizeffecten wie beim Menschen ersehen, dass dieses Eintreten in der That nur eine Frage der Stromstärke ist. Zum Überfluss hat Filehne auch noch den direkten Beweis hierfür am unversehrten Frosche und ebenso am Kaninchen durch Anwendung sehr starker Ströme geliefert.

Man konnte aber zweitens nun den noch viel wichtigeren Schluss ziehen, dass bei Application z. B. der Anode auf den Nerven sich eine Erb-Helmholtz'sche Kathode — Austrittsstelle aus dem Nerven in das Muskelfleisch — sowohl oberhalb wie unterhalb dieser Anode befindet. Den Reizeffect bekommt man freilich nur an dem einen, dem peripheren Ende zu sehen, denn nur hier befindet sich ja der Erregungsvorgang zur Anschauung bringende Endapparat — der Muskel. Da nämlich die Leitungsverhältnisse für die von der Anode

aus gerechnet centrale Strecke vom Nerven zum Muskel ganz die gleichen sind, wie für die peripherie Strecke, so muss auch auf beiden Strecken ein gleiches Uebertreten von Stromschleifen stattfinden, mit anderen Worten, die eine Strecke muss von einem \nearrow , die andere von einem \nwarrow Strom durchflossen sein. Ganz dasselbe ist natürlich der Fall, wenn man statt der Anode, wie eben angenommen, die Kathode dem Nerven anlegt. Nur hat man dann einen \nearrow Strom dort zu suchen, wo eben ein \nwarrow war, und umgekehrt. Nun legt man bei einer vielfaeh präconisirten therapeutischen Methode auch den anderen Reizträger dem Nerven an, erzeugt also an der für diesen gewählten Stelle ein gleiches, nur entgegengesetzt gerichtetes System von Stromschleifen, so dass man dann vier Ströme¹⁾ im Nerven hat, von denen je zwei in entgegengesetzter Richtung fliessen. Filehne hat die Richtigkeit dieser, sich übrigens, wie schon oben angedeutet, bereits aus den Erb'schen Versuchen ergebenden, und mit den Lehren der Physik vollkommen übereinstimmenden Annahmen außerdem gleichfalls durch den direkten Versuch erhärtet. Er theilte seinen einen Leitungsdrath, z. B. die Kathode, und brachte nun diese Kathode anstatt wie vorher an das Fleisch oberhalb und unterhalb der Anode an den Nerven. Damit war die ursprüngliche Annahme von diesen zwei Ausströmungsstellen in die Wirklichkeit übersetzt. Wie vorauszusehen war, fielen die Reizeffecte genau so aus, als wenn nur die mittlere Elektrode dem Nerven und die andere dem Fleische angelegt gewesen wäre.

Es ist sehr gut, dass dadurch dieser Theorie auch noch der letzte Schimmer des Hypothesenhaften abgestreift worden ist, so dass wir es jetzt mit der unumstösslichen Thatsache zu thun haben. Denn wenn nun feststeht, dass bei Application auch nur einer Elektrode auf einen peripheren Körpervenen, also bei der polaren Methode, derselbe von zwei, aber entgegengesetzt gerichteten Strömen, welche beide Reizeffecte hervorbringen können, durchflossen wird, so ist es in therapeutischer Hinsicht eben einfach mit der Gültigkeit der Theorien sowohl von der polaren als der Richtungs methode für diesen Nerven und alle ihm ähnlichen vorbei.

Was zunächst die polare Methode angeht, so sehe ich nach dem jetzigen Stande unseres Wissens nicht ein, wie man von der Wirkung des einen scheinbar dem Nerven angelegten Poles etwas

1) Den Strom in der intrapolaren Strecke mitgerechnet sogar fünf.

Besonderes und ihm Eigenthümliches erwarten kann, sobald nachgewiesen ist, dass sich in Wirklichkeit nicht nur auch der andere Pol (sogar in zwei Exemplaren) auf dem Nerven befindet, sondern dass die wahrnehmbaren Reizeffecte auch von diesem herzuleiten sind, wenn ferner nachgewiesen ist, dass in der That zwei wirksame Ströme von ganz bestimmter und daher vorher zu bestimmender Richtung im Nerven cursiren.

Wollte man sich aber gar von der durch Application beider Elektroden auf den Nerven bedingten Stromrichtung irgend etwas Spezifisches für denselben versprechen, so würde dies Angesichts jener vier (oder eigentlich fünf) in entgegengesetzter Richtung in ihm cursirenden Ströme meiner Ansicht nach erst recht jeder thatsächlichen Begründung entbehren. Man wird mir unter diesen Umständen ein näheres Eingehen auf die mit dieser Methode verknüpften Theorieen wohl erlassen. Innerhalb des Gebietes der polaren Methode bedürfen indessen noch mehrere Punkte reiflicher Erwägung.

Ich habe bereits oben angedeutet, dass mir die neuerdings auf dem eben behandelten Felde herrschende Verwirrung daraus entstanden zu sein scheint, dass Brenner nicht scharf definiert hat, was er unter „polarer Wirkung“ und was er „unter Uebergreifen des anderen Poles“ verstanden wissen will. Wie dieses „Uebergreifen“ am motorischen Nerven des Menschen zu Stande kommt, haben wir eben gesehen. Die sensibeln Nerven unterliegen selbstverständlich ganz denselben Bedingungen. Die nächste Frage scheint mir nun zu sein, warum man ein solches Uebergreifen am Acusticus nicht beobachtet, mit anderen Worten, warum an diesem Nerven bei Armirung mit der Anode nie die Kathodenwirkung und bei Armirung mit der Kathode nie die Anodenwirkung in die Erscheinung tritt.

Aus den bisherigen Untersuchungen und Ueberlegungen haben wir gelernt 1) dass man immer, wenn sich beide Elektroden auf dem Nerven befinden, durch Variirung der Stromstärke sowohl specifische Wirkungen der einen als der andern Elektrode zur Anschauung bringen kann; 2) dass die Qualität benachbarter Leiter die Reactionsform des Nerven in entscheidender Weise zu beeinflussen vermögen. Wenn nun der Acusticus bei der Galvanisirung vom äusseren Gehörgange aus auch bei ganz enormen Stromintensitäten nicht die Anwesenheit einer zweiten Elektrode anzeigt, so ist nach Satz 1) der Schluss gerecht-

fertigt, dass auch keine zweite Elektrode für ihn vorhanden ist.

Versuchen wir nun das Fehlen der zweiten Elektrode nach Satz 2 zu erklären. Man versteht unter Elektroden im physikalischen Sinne nicht nur die Einströmungsstellen aus den übrigen Leitern des Schliessungsbogens in den zu untersuchenden Körper, sondern auch alle jene Stellen, an denen der Strom aus einem der den Kreis zusammensetzenden Körper in einen anderen von anderer physikalischer Beschaffenheit ein- oder austritt. Wenn wir den Acusticus von diesem rein physikalischen Standpunkte aus betrachten, so stellt sich allerdings heraus, dass bei ihm Bedingungen vorhanden sind, welche das Fehlen der einen Einströmungsstelle erklärliech scheinen lassen. Dieser Nerv geht ohne Unterbrechung seiner physikalischen Continuität in die Masse des Gehirnes über; und wenn sich auch innerhalb des Gehirnes seine Eigenschaften vielleicht ändern, so ist erstens anzunehmen, dass dies allmälig geschieht, zweitens nimmt mit dem Eintreten in das Gehirn — ein Organ von sehr grossem Querschnitt — die Dichtigkeit der dem Acusticus angehörenden Stromschleifen schnell ab. Aus diesen Gründen kann man Acusticus und Gehirn als einen und denselben Leiter betrachten, der seine eine Einströmungsstelle am peripheren Ende des Acusticus, die andere aber an der ganzen Oberfläche des Gehirns hat. Man hätte also, wenn sich die Anode im Ohre befindet, den ganzen Acusticus als die anelektrotonisirte Strecke, und wenn sich die Kathode im Ohre befindet, den ganzen Acusticus als die katelektrotonisirte Strecke eines längs durchflossenen Nerven anzusehen. Die gleichnamig elektrotonisirten Strecken setzen sich vermutlich noch ein ganzes Stück in das Gehirn hinein fort. Die ungleichnamig elektrotonisirten Strecken liegen aber an der anderen Seite des Gehirns nach allen Seiten ausstrahlend, und dass ihre Phasen da zu keiner Gehörsempfindung Veranlassung geben, ist leicht genug erklärliech.¹⁾

Mir scheint das Abweichende der Normalformel Brenner's auf diese Weise ganz ungezwungen und auf den einfachsten physikalischen Gesetzen fussend, erklärt zu sein. Wenn übrigens irgend etwas für diese meine Deutung spricht, so sind es die Dinge, welche man gegen Brenner angeführt hat, und welche meiner Ansicht nach nicht das Geringste gegen ihn beweisen, namentlich die sogenannte volle Formel.

1) Auf pathologisches Verhalten mag ich hier nicht eingehen, sonst liesse sich meine Anschaugung wohl durch die paradoxe Formel und Aehnliches leicht weiter unterstützen.

Unter diesem Ausdrucke versteht man das Auftreten der acustischen Reaction nicht nur bei den von Brenner angegebenen Reizmomenten, sondern auch bei denjenigen, auf die sonst nur die anderen Nerven zu antworten pflegen. Wreden erhielt diese volle Formel, wenn er die eine Elektrode mit einem Ohrkatheter in die Paukenhöhle brachte.¹⁾ Damit ist natürlich die ganze Anordnung in physikalischer Beziehung geändert. Nun kann es ja sein, dass wir es nicht mehr mit einem längs durchflossenen Nerven ohne zweite Einströmungsstelle, sondern einfach mit einem mehrere Einströmungsstellen besitzenden Nerven zu thun haben. Dass ein solcher ebenso reagirt, wie ein anderer, ähnlich durchflossener Nerv, dürfte Niemand Wunder nehmen, am Wenigsten wohl Brenner, nachdem derselbe seine Normalformel von vornherein nur für eine bestimmte Anordnung aufgestellt, und sogar selbst die Vermuthung ausgesprochen hat, dass bei anderer Anordnung der Nerv anders — eventuell so wie die übrigen Nerven reagiren würde.

Eine ähnliche Stromvertheilung kann übrigens ausnahmsweise auch wohl bei der Elektrisirung vom äusseren Gehörgang aus zu Stande kommen. Nach dem Schema, auf das sich meine Deutung stützt, musste man annehmen, dass die grosse Mehrzahl der Stromfäden schon vor ihrem Eintritt in den Acusticus nach allen Seiten auseinanderfährt, und dass diejenigen Stromfäden, welche überhaupt noch in den Acusticus eintreten, denselben entweder nur durch das Gehirn, oder aber auch an anderen Stellen seines Verlaufes, dort jedoch in so minimaler Dichtigkeit verlassen, dass sie zu Reizeffecten keine Veranlassung geben. Mit dem Augenblicke, in dem sich aber ein Körper von besonders gutem Leitungsvermögen — z. B. ein abnorm verlaufendes Blutgefäß — dem Nerven an einer ungewöhnlichen Stelle und mit einer kleinen Berührungsfläche anlegt, kann dieser Körper insofern die Rolle einer zweiten Elektrode spielen, als nun die Dichtigkeit der aus dem Nerven in ihn eintretenden Stromfäden hinreichend gross wird, um zu Reizeffecten zu führen.

Wir gehen nun zu der Besprechung des anderen von Brenner nicht hinreichend beleuchteten Punctes über, nämlich der Art und

1) Ich selbst habe die Galvanisirung von der Paukenhöhle und der Tuba aus bisher nur an einem Kranken (mit Herrn Lucae) ausgeführt. Die Versuchsperson war ein gebildeter und sehr gut beobachtender Kaufmann mit leichter Schwerhörigkeit in Folge eines Labyrinthleidens. Vom äusseren Gehörgange aus erhielt man die Brenner'sche Normalformel, von der Paukenhöhle aus, bei allerdings differenten Stromintensitäten, genau dasselbe. Dieser Fall würde Wreden's Ansicht nicht unterstützen.

Weise, wie man sich überhaupt eine „polare Wirkung“ vorzustellen hätte. Brenner hat die Frage so gestellt: man könne eine bestimmte Stromrichtung im Nerven nicht methodisch nachweisen, folglich müsse man suchen den Nerven unter die Einwirkung des einen oder des anderen Poles zu bringen. Dieser Satz leidet an mehrfachen Schwächen. Abgesehen davon, dass nun schon bestimmte Stromrichtungen, wie oben auseinandergesetzt, nachweisbar geworden sind, so würde der Mangel eines solchen Nachweises an und für sich doch niemals dazu berechtigen, irgend eine Längsdurchströmung des Nerven auszuschliessen und physiologische wie therapeutische Effecte unabhängig von derselben zu erklären. Brenner hat, wie wir Alle, doch physiologische Reizeffecte an den menschlichen Nerven beobachtet, und wenn er dieselben nicht vermittelst der Längsdurchströmung, wie bisher üblich, erklären wollte, so musste er erst durch einen unzweideutigen Beweis darthun, dass sie anders zu Stande kommen. Kommen sie aber vermittelst der Längsdurchströmung zu Stande, so musste auch mit dieser gerechnet werden, und es wäre nur folgerichtig gewesen, anstatt eine neue Theorie aufzustellen, lieber zu constatiren, welche Art von Längsdurchströmung bei jeder einzelnen Anordnung stattfindet. Dann konnte man weiter erwägen, welche Beziehungen eine derartige Durchströmung zu therapeutischen Aufgaben haben kann.

Man sollte meinen, dass Brenner bei so energischer Verwerfung der Längsdurchströmung sich seine polare Wirkung als auf den vermittelst der queren Durchströmung hervorgebrachten Veränderungen im Nerven beruhend gedacht hätte. Eine dritte Methode giebt es ja nicht. Indessen hat er eine solche Ansicht niemals ausgesprochen, so dass man in der That nicht recht weiss, wie er sich die ganze Sache vorgestellt hat. Immerhin schien es Behufs gänzlicher Erledigung dieser wichtigen Fragen geboten, die Wirkung der einzelnen Pole auf den Nerven bei querer Durchströmung in dem Sinne, welcher Brenner etwa vorgeschwebt haben konnte, auf das Genaueste zu studiren.

Versuche über quere Durchströmung sind schon von Galvani und A. v. Humboldt derart angestellt worden, dass sie einen Nerven quer über einen vom Strome durchflossenen feuchten Faden brückten. Dabei traten nun weder Schliessungs- noch Oeffnungszuckungen ein. Diese Versuche wurden von Guérard, du Bois-Reymond, Pflüger und Munk mit demselben Erfolge wiederholt, während Ritter, Johannes Müller und Matteucci stärkere oder schwächere Zuckungen erhalten haben wollen. Angesichts der Namen, welche die erstere

Ansicht vertreten, hätte man sich bei derselben zwar beruhigen können. Indessen sind seither die Mittel der Untersuchung wesentlich verfeinert worden, so dass sich etwaige Einwände leichter als früher beseitigen liessen. Bei der geschilderten Anordnung bildet der Nerv immer nur eine Nebenschliessung zum Kreise, sodass man über die Stärke der ihn durchsetzenden Stromschleifen umso mehr in Zweifel sein konnte, als ein Galvanometer natürlich nicht anzubringen war. Auch konnte man einwenden, dass bei der ungemeinen Kürze der intrapolaren Strecke die elektrotonischen Phasen nicht zur Entwicklung kämen.

Ich stellte den Versuch deswegen in folgender Weise an. Die Elektroden wurden durch einen der Quere nach gespaltenen, auf einer Glasplatte liegenden schmalen Thonstreifen gebildet. In den Spalt kamen die Nerven zweier Froschschenkel derart, dass sie gerade den Spalt füllten und sich nur innerhalb desselben berührten. Wenn nun bei der so bedingten queren Durchströmung wirklich polare Wirkungen auftraten, so musste die Schliessung jedesmal durch Zuckung des auf der Kathodenseite liegenden Schenkels und die Oeffnung jedesmal durch Zuckung des auf der Anodenseite liegenden Schenkels beantwortet werden. Dies war aber durchaus nicht der Fall, sondern beide Schenkel blieben ganz ruhig, wenn nicht unverhältnissmässig starke Ströme angewendet wurden. Dann aber war der Reizeffekt auch noch keineswegs jener Annahme entsprechend. Ueber diese sehr complicirten Verhältnisse, sowie über die Details der Methode werde ich an einem anderen Orte ausführlich berichten. Inzwischen geht aus diesen Versuchen mit der grössten Sicherheit hervor, dass der Nerv auch bei dieser, auf das Möglichste verfeinerten Methode keinerlei polare Wirkungen an seinem Muskel zeigt, dass elektrotonische Phasen nicht zur Ausbildung kommen, dass also vor der Hand von polaren Wirkungen in diesem Sinne auch in der Therapie keine Rede sein kann, bis etwa nachgewiesen wäre, dass solche auch ohne zu Reizerscheinungen zu führen, vorhanden sind. Freilich wird auch dies durch gewisse von E. du Bois-Reymond ausgeführte Untersuchungen schon sehr unwahrscheinlich.

Ferner lässt sich aber aus diesen Versuchen der schon früher gezogene Schluss weiter unterstützen, dass die Abweichungen in der Acusticusreaction nicht etwa durch eine besondere Richtung der Durchströmung, auch nicht durch grössere Annäherung der einen oder der anderen Elektrode, sondern in der That lediglich durch das Vorhandensein besonderer Leitungsverhältnisse zu erklären sind.

Ein dritter Punct würde die Auseinandersetzung mit den Schlussfolgerungen betreffen, welche man nunmehr auf die Begründung der vielerwähnten therapeutischen Theorie ziehen kann. Es liegt die Gefahr vor, dass die Brenner'sche Schule sich auf den von mir erläuterten Satz, dass der ganze Acusticus je nach der Versuchsanordnung nur als anelektrotonisirte Strecke oder nur als katelektrotonisirte Strecke eines längsdurchflossenen Nerven zu betrachten ist, stieft, um die Theorie von der polaren Methode mit um so grösserer Hartnäckigkeit wenigstens für diesen Nerven aufrecht zu erhalten.

Meiner Ansicht nach würde aus einer Reihe von Gründen jedwede Berechtigung dazu fehlen. Alle Vorbedingungen zugegeben, würde eine Methode, deren Heilkraft auf der Erhöhung oder der Herabsetzung der Nervenerregbarkeit beruht, nur dann heilsam zu wirken im Stande sein, wenn erstens die krank machende Ursache lediglich auf Herabsetzung oder Erhöhung dieser Erregbarkeit beruhte, und wenn es zweitens gelänge, die während der Dauer des Galvanisirens erzielten Veränderungen der Erregbarkeit auf längere Zeit zu fixiren. Dieses Letztere ist bisher noch keineswegs erwiesen, ja wenn mich nicht alles täuscht, findet sogar nach jeder Art von Elektrisirung eine, freilich mehr oder weniger grosse Steigerung der Erregbarkeit statt — gerade wie am Froschpräparat — und dann kehrt Alles wieder in den früheren Zustand zurück.

Darauf will ich aber kein zu grosses Gewicht legen. Der erste Punkt ist von viel grösserem Interesse. Ich muss nämlich bekennen, dass das Vorhandensein rein functioneller Acusticus-Krankheiten, d. h. einfacher krankhafter Erregbarkeitsveränderungen, mir bisher keineswegs hinlänglich erwiesen zu sein scheint, obwohl ich in den letzten Jahren durch Vermittlung des Herrn Lucae mannigfache Gelegenheit zu eigener Anschauung hatte. Auch das von den Elektro-Otatrikern beigebrachte Material hat mich zu einer derartigen Ansicht nicht bestimmen können. Wenn ich also auch das Vorkommen solcher functioneller Erkrankungen nicht in Abrede stellen will und kann, so muss ich doch glauben, dass selbst das, was dafür angesprochen wird, höchst selten, in keinem Falle aber eine geeignete Grundlage für irgend eine therapeutische Theorie ist.

Der Haupteinwand, den ich gegen die Anwendung der polaren Theorie auf die Therapie der Krankheiten des Acusticus zu machen habe, ist aber der, dass von Allem, was bei den Reizversuchen am Acusticus zutrifft, die Reizversuche an den übrigen Nerven das Gegentheil zeigen. Den Acusticus kann man nach Belieben der einen

oder der anderen Modification unterwerfen, bei allen anderen Nerven kann man nur gleichzeitig beide Modificationen der Erregbarkeit hervorbringen. Der Acusticus reagirt im Sinne der ihm äusserlich angelegten Elektrode, die anderen Nerven gelegentlich auch im Sinne der anderen Elektrode. Der Acusticus wird nur in einer Richtung durchströmt, die anderen Nerven in zwei bis fünf Richtungen. Zugegeben also, dass man Acusticuskrankheiten durch den Galvanismus beseitigen kann, so müssen dieselben entweder ganz besondere, von allen übrigen Nervenkrankheiten abweichende Eigenschaften haben, oder der eigentliche Heilgrund liegt weder in der Möglichkeit nur die eine oder die andere Modification der Erregbarkeit hervorzubringen, noch in der Möglichkeit, den Nerven in der einen oder der anderen Richtung zu durchströmen. Es muss vielmehr noch etwas drittes diesen beiden und wahrscheinlich noch vielen anderen Methoden Gemeinschaftliches vorhanden sein, das auf directem oder indirectem Wege die Heilung einzuleiten vermag. Von solchen Dingen ist uns bis jetzt nur die Eigenschaft der Elektricität als Nervenreiz zu wirken bekannt. Bis wir andere Kenntniss erlangt haben, können wir rationeller Weise nur sie unserer Rechnung zu Grunde legen. —

Damit wäre dieser Theil der theoretischen Elektrotherapie auf einen Standpunkt zurückgeführt, den er schon vor Zeiten einnahm. Scheinbar wäre ein gut Stück Arbeit verloren, die schon halb geschlagene Brücke zur Physiologie abgebrochen, auch dieser Zweig der Heilkunst wieder zum Empirismus zurückverwiesen.

So Mancher mag das bedauern — mit Unrecht! Die Erkenntniss der Wahrheit ist unter allen Umständen das Werthvollste und bestehe sie zunächst auch nur in der Klarlegung begangener Irrthümer. Hier liegt die nothwendige Vorbedingung für eine richtige Fragestellung, ohne die das Vorwärtskommen auf dieser Bahn dem Zufall anheimgestellt bleibt.

Kein Theil guter, ehrlicher Arbeit ist verloren gegangen; durch sie gerade sind die soeben gezogenen Schlüsse möglich geworden, meinen eigenen Bemühungen schreibe ich bereitwillig den geringsten Theil des Verdienstes zu.

Die wissenschaftliche Elektrotherapie wird sich endlich immer auf physiologischer Basis bewegen und aufbauen, nur vielleicht nicht gerade in der Art, wie man bisher meinte. Wenn sie sich aber dazu des empirischen Weges bedienen will, so kann man das nur freudig

begrüssen. Unsere Kenntniss von den in den anderen Zweigen der Naturwissenschaft geltenden Gesetzen ist ausschliesslich auf diesem Wege erkämpft — sei das bei der Heilwissenschaft aus bekannten Gründen auch schwerer als in anderen Gebieten, so ist es doch darum weder unmöglich noch anders möglich. —

Helsingör im August 1872.

(Fortsetzung folgt.)

Nachträgliche Bemerkung.

Gleichzeitig mit dem Revisionsabzug dieses Bogens geht mir der in der Volkmann'schen Sammlung publicirte Vortrag von Erb: „Ueber die Anwendung der Elektricität etc.“ zu. In diesem Vortrage äussert sich der Herr Verfasser über meine auf der Naturforscher-Versammlung in Leipzig erwähnten Versuche, die quere Durchströmung betreffend, und die daraus hergeleiteten Schlüsse in einem höchst absprechenden Tone.

Ich kann nicht umhin, jedwede Discussion über meine Versuche und Ansichten, oder die eines Anderen, vor ihrer ausführlichen Publication, lediglich auf Grund einer aus dem „Tageblatt“ erworbenen Kenntniss derselben, für verfrüht zu erklären.

Im Uebrigen bin ich vollkommen bereit, mit Herrn Professor Erb die Richtigkeit meiner Ansichten öffentlich zu discutiren. Ja ich glaube sogar aus den anderweitigen von ihm a. a. O. gegebenen Erläuterungen schliessen zu dürfen, dass wir zu einer Verständigung gelangen werden. Indessen möchte ich Herrn Professor Erb ersuchen, bei dieser Gelegenheit auch seine Ausdrücke etwas vorsichtiger und maassvoller zu wählen. Wenn wir uns gegenseitig allerlei Verletzendes sagen wollten, was ja nicht so schwer ist, so hätte das für die Sache doch gewiss keinen Vortheil.

Ich hoffe also, dass Herr Professor Erb auf meinen Vorschlag bereitwillig eingeht. Im anderen Falle würde ich aus dem angeführten Grunde zu meinem grossen Bedauern auf die Debatte überhaupt Verzicht leisten müssen.

Dr. E. Hitzig.
